

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
25 octobre 2001 (25.10.2001)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 01/78810 A1**

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : A61M 5/30

CROSS SITE TECHNOLOGIES [FR/FR]; 42, rue de  
Longvic, F-21300 Chenove (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR01/00921

(22) Date de dépôt international : 27 mars 2001 (27.03.2001)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :

00/05031

19 avril 2000 (19.04.2000) FR

(71) Déposants (pour tous les États désignés sauf US) : SNPE  
[FR/FR]; 12, quai Henri IV, F-75181 Paris Cedex 04 (FR).

(72) Inventeurs; et

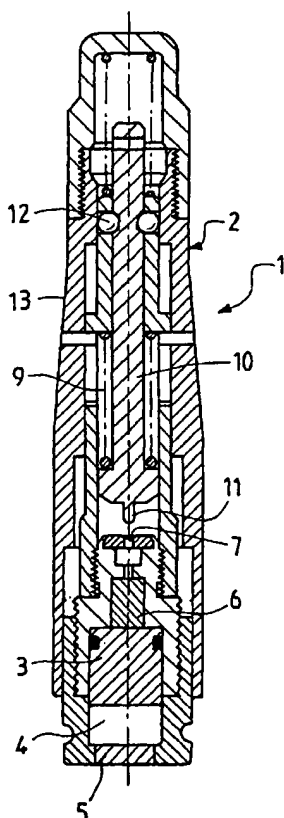
(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : ALEXAN-  
DRE, Patrick [FR/FR]; 14, avenue de la Libération,  
F-70100 Gray (FR). COGNOT, Patrick [FR/FR]; 47,  
square Sully Prud'Homme, 77350 Le Mee sur Seine (FR).  
LAFFORGUE, Joël [FR/FR]; 33, chemin du Bouray,  
91760-Itteville (FR). ROLLER, Denis [FR/FR]; 9, villa  
du Gamay, F-91590 La Ferte Alais (FR).

(74) Représentant commun : SNPE; Service Propriété Indus-  
trielle, 12, quai Henri IV, F-75181 Paris Cedex 04 (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: NEEDLELESS SYRINGE FUNCTIONING WITH A DOUBLE-COMPOSITION PYROTECHNIC CHARGE

(54) Titre : SERINGUE SANS AIGUILLE FONCTIONNANT AVEC UN CHARGEMENT PYROTECHNIQUE BICOMPOSITION



(57) Abstract: The technical field of the invention is that of pre-filled and disposable needleless syringes, used for intradermal, subcutaneous and intramuscular injections of liquid active principle for therapeutic use in human and veterinary medicine. The inventive syringes (1) are mainly characterised in that they function with a pyrotechnic charge (6) consisting of a mixture of powder with high burning rate and a powder with low burning rate. Indeed, the combustion of the powder with a high burning rate enables to communicate instantly, through a piston (3), a very high speed to the active principle (4), whereas the combustion of the powder with a low burning rate enables to maintain a threshold pressure level to proceed with the injection, so as to ensure that the active principle (4) penetrates through the skin. Thus, the injection is properly and homogeneously without any loss of active liquid (4).

(57) Abrégé : Le domaine technique de l'invention est celui des seringues sans aiguille pré-remplies et jetables, utilisées pour les injections intradermiques, sous-cutanées et intramusculaires, de principe actif liquide à usage thérapeutique en médecine humaine ou vétérinaire. La principale caractéristique des seringues (1) sans aiguille selon l'invention est qu'elles fonctionnent avec une charge pyrotechnique (6) constituée par le mélange d'une poudre vive avec une poudre lente. En effet, la combustion de la poudre vive permet de communiquer instantanément, grâce à un piston (3), une vitesse très élevée au principe actif (4), tandis que la combustion de la poudre lente permet de maintenir un niveau de pression seuil pour la suite de l'injection, dans le but d'assurer la pénétration dudit principe actif (4) à travers la peau. De cette manière, l'injection s'effectue proprement et de façon homogène, sans aucune déperdition de principe actif liquide (4).

WO 01/78810 A1



(81) États désignés (*national*) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

— avec rapport de recherche internationale

(84) États désignés (*régional*) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

Seringue sans aiguille fonctionnant avec un chargement pyrotechnique bicomposition

Le domaine technique de l'invention est celui des  
5 seringues sans aiguille pré-remplies et jetables, fonctionnant avec un générateur de gaz, et utilisées pour les injections intradermiques, sous-cutanées et intramusculaires, de principe actif liquide à usage thérapeutique en médecine humaine ou vétérinaire.

10 Pour les dispositifs d'injection selon l'invention, un principe actif liquide est constitué par un liquide plus ou moins visqueux, ou un mélange de liquide, ou un gel. Le principe actif peut être un solide mis en solution dans un solvant approprié pour l'injection. Il  
15 peut également être représenté par un solide pulvérulent mis en suspension plus ou moins concentré dans un liquide approprié. La granulométrie du principe doit être compatible avec le diamètre des conduits pour éviter les bouchages.

20 Les seringues sans aiguille selon l'invention ont la particularité de fonctionner avec un générateur de gaz pyrotechnique impliquant une charge pyrotechnique constituée par le mélange de deux poudres dont le principal intérêt est de maîtriser, au cours du temps,  
25 la pression du principe actif liquide en sortie de buse, de façon à ce que chaque phase de l'injection soit effectuée dans les conditions requises.

Il s'avère que dans le domaine des seringues sans  
aiguille pour l'injection de principe actif liquide,  
30 aucun brevet ne se rapporte à la mise en oeuvre d'un générateur de gaz pyrotechnique faisant intervenir le mélange de deux poudres. En revanche, l'utilisation d'une charge pyrotechnique simple pour ce type de seringue existe déjà et a fait l'objet de plusieurs  
35 brevets. A titre d'exemple, on peut citer le brevet US 2,322,244 relatif à un injecteur hypodermique sans

aiguille fonctionnant à partir d'une cartouche à blanc. Le liquide à injecter, étant placé au contact de la cartouche, est expulsé de l'injecteur sous l'effet de la pression générée par les gaz de combustion. Un autre  
5 brevet, le WO 98/31409, décrit un système d'injection hypodermique impliquant une charge pyrotechnique constituée d'un explosif ou d'une poudre. La spécificité de cet injecteur est qu'il est conçu pour tenter de régler les problèmes liés à la cinétique d'expulsion du  
10 principe actif liquide, non pas en jouant sur les caractéristiques de la composition pyrotechnique, mais en présentant une géométrie particulière définissant notamment une chambre annexe d'expansion des gaz munie d'un évent. La charge pyrotechnique, qui se trouve à  
15 proximité immédiate du principe actif liquide, agit directement et instantanément sur ledit principe en lui communiquant une vitesse initiale très élevée, tandis que les gaz envahissent la chambre principale et la chambre annexe. La pression exercée sur le principe  
20 actif décroît alors pour venir se fixer à une valeur à peu près constante, suffisante pour le faire pénétrer dans la peau du patient. La chambre annexe permet de réguler cette pression. Enfin, le brevet US 2,704,542 se rapporte à une méthode d'injection par jet liquide.  
25 Cette méthode ne fait pas spécifiquement intervenir une charge pyrotechnique, mais implique un dispositif destiné à maîtriser les profils de pression. En l'occurrence, le procédé mis en place pour atteindre cet objectif réside dans le coulisement, en deux temps,  
30 d'un piston en deux parties constitué par un cylindre central de faible section logé dans un cylindre creux. Une pression amont provoque d'abord un déplacement de faible amplitude du cylindre central pour communiquer une impulsion brève mais très intense sur le liquide à  
35 expulser, puis l'ensemble du piston se déplace pour

continuer à expulser ledit liquide, à la pression idoine, pour assurer une bonne pénétration.

Les seringues sans aiguille selon l'invention sont conçues pour assurer la pénétration, à travers la peau, de la totalité du principe actif liquide sans occasionner de déperditions dudit liquide pour insuffisance de vitesse, lesdites déperditions pouvant s'avérer préjudiciables pour la qualité de l'injection. Le procédé retenu pour parvenir à maîtriser la pression du liquide, en fonction du temps, en sortie de buse, consiste à utiliser une charge pyrotechnique constituée par le mélange de deux poudres, l'une dite « vive » et l'autre dite « lente », les caractéristiques dimensionnelles et chimiques de ces deux poudres étant conditionnées par la géométrie et les dimensions des seringues, ainsi que par le système d'injection incluant le réservoir de principe actif liquide, éventuellement un piston de poussée dudit principe actif et une buse comportant des orifices d'expulsion. La poudre vive, lorsqu'elle est mise en combustion, a pour fonction essentielle de communiquer quasi-instantanément au principe actif liquide un niveau de pression tel qu'il acquiert instantanément une vitesse de plusieurs centaines de mètres par seconde, lui permettant de pénétrer la peau du patient dès son expulsion de la seringue. La poudre lente, mise en combustion simultanément, permet de garantir au principe actif un niveau de pression minimum pendant toute la durée de l'injection, suffisant pour poursuivre la diffusion à travers l'orifice de la peau créé par l'effet de la poudre vive. Les notions de poudre « vive » et « lente » seront explicitées par la suite.

Ainsi, les seringues sans aiguille selon l'invention permettent, tout en conservant leur géométrie et leur encombrement réduit, d'assurer une injection fiable et propre, contrairement aux

dispositifs d'injection décrits dans l'Etat de la Technique, et pour lesquels la recherche d'un profil de pression optimisé passe par une modification de leur structure, illustrée par l'ajout de pièces  
5 supplémentaires ou de volumes annexes, accroissant ainsi leur encombrement et rendant plus complexe leur mécanisme de fonctionnement.

De plus, quelle que soit la configuration de la seringue pouvant être dictée par des impératifs liés à  
10 la spécificité d'une injection, il est toujours possible de déterminer un mélange de poudres adapté pour assurer une injection satisfaisante, sans rien avoir à modifier sur ladite seringue. En effet, le principe actif liquide peut se présenter en plus ou moins grande quantité, sous  
15 forme plus ou moins visqueuse, dans une seringue à architecture linéaire ou compacte. Le mélange de poudre sera défini en tenant compte de toutes ces contraintes.

Les seringues sans aiguille selon l'invention assurent une injection propre et fiable et autorisent  
20 une très grande souplesse d'utilisation de par la grande variabilité des compositions pyrotechniques pouvant être retenues pour le mélange et ce, en s'affranchissant de tout encombrement supplémentaire.

L'objet de l'invention concerne une seringue sans  
25 aiguille comprenant successivement un générateur de gaz pyrotechnique, au moins un piston, une réserve de principe actif liquide et une buse d'éjection, caractérisée en ce que le générateur de gaz pyrotechnique comprend une charge pyrotechnique  
30 constituée par le mélange d'au moins deux poudres.

Préférentiellement, la charge pyrotechnique est constituée par le mélange d'une première poudre et d'une deuxième poudre.

Les poudres se caractérisent, d'une part, par leur  
35 formulation chimique et, d'autre part, par leur géométrie. La formulation chimique intègre tous les

composants intervenant dans la poudre et auxquels il faut adjoindre un coefficient pondérateur correspondant à la fraction massique dudit composant. La géométrie de la poudre se ramène à la géométrie de chaque grain la

5 constituant. Un grain se définit par sa forme, ses dimensions et le nombre de trous qu'il possède, lesdits trous contribuant à déterminer une épaisseur à brûler.

Lorsqu'il est précisé que la charge pyrotechnique est constituée par le mélange d'une première poudre et

10 d'une deuxième poudre, cela signifie que les deux poudres sont différentes l'une de l'autre et que cette différence peut ne porter que sur un seul des paramètres évoqués ci-avant. Autrement dit, les deux poudres peuvent, par exemple, avoir la même composition chimique

15 mais présenter des grains de géométrie légèrement différente.

Avantageusement, la charge pyrotechnique consiste en un mélange de deux poudres en vrac, c'est à dire que les deux poudres se présentent à l'état de grains qui

20 sont mélangés aléatoirement, sans ordonnancement particulier, la poudre résultante épousant la forme du conteneur dans lequel elle se trouve, tout en ménageant des interstices entre les grains. Mais il peut également être envisagé qu'au moins l'une des deux poudres se

25 présente de façon ordonnée ou particulière, comme, par exemple, sous la forme d'un fagot de brins ou sous la forme d'un grain unique de taille importante, voire sous forme agglomérée.

Selon une autre variante préférée de l'invention,

30 la charge pyrotechnique est constituée par le mélange de deux poudres se présentent chacune sous forme d'un bloc compact, lesdits blocs pouvant, soit se retrouver au contact et en continuité l'une de l'autre, soit être concentriques pour ne définir qu'un seul bloc ayant dans

35 sa partie centrale la composition de la première poudre

et en partie périphérique la composition de la deuxième poudre, ou vice versa selon l'allumage.

De façon préférentielle, la première poudre a une vivacité dynamique supérieure à  $8 \text{ (MPa.s)}^{-1}$ .

- 5 De façon avantageuse, la deuxième poudre a une vivacité dynamique inférieure à  $16 \text{ (MPa.s)}^{-1}$  et qui est systématiquement inférieure à celle de la première poudre.

En fait, il s'agit de la valeur de la vivacité  
10 dynamique d'un grain de poudre, à mi-combustion. La vivacité dynamique est un paramètre qui traduit la vivacité d'une poudre tout au long de la combustion.

Elle est donnée par la formule :

$$15 \quad L(z) = \frac{1}{P} \cdot \frac{1}{P_{\max}} \frac{dP}{dt}$$

où P est la pression instantanée correspondant à l'état d'avancement z.

P<sub>max</sub> est la pression maximale atteinte.

dP est la dérivée de la pression au cours du temps  
20 dt

$$z = \frac{P}{P_{\max}}$$

Les conditions dans lesquelles ont été obtenues les valeurs de la vivacité dynamique sont les suivantes :

25

- il s'agit de la valeur de la vivacité dynamique à la mi-combustion, c'est à dire la valeur correspondant à  $z = 0,5$ ,

- les valeurs ont été obtenues pour des tirs en  
30 enceinte manométrique ayant un volume de chambre de  $27,8 \text{ cm}^3$ ,

- la densité de chargement est de  $0,036 \text{ g/cm}^3$ ,

- la masse de poudre est de 1 g.

Pour les seringues sans aiguille selon l'invention,  
35 la charge pyrotechnique est constituée par le mélange d'une poudre de vivacité élevée avec une poudre de



vivacité plus faible, d'où la dénomination « poudre vive » et « poudre lente ». La poudre de vivacité élevée assure une montée en pression rapide de l'ordre de 1 ms, tandis que la poudre de vivacité faible permet de  
5 poursuivre la production de gaz pendant l'injection, afin de compenser la baisse de pression due à l'augmentation du volume de la chambre de combustion causée par le déplacement du piston, et de compenser également les pertes thermiques aux parois, pendant 4 à  
10 8 ms. L'utilisation de deux poudres de vivacité différente entraîne, par ailleurs, une diminution de la pression maximale de fonctionnement, permettant de réduire la résistance mécanique du dispositif et donc les coûts de fabrication : en effet, si la charge  
15 pyrotechnique n'était constituée que d'une seule poudre vive, le profil de pression dans le principe actif liquide ressemblerait à celui d'une détente pure.

Pour que la pression de fin d'injection ne soit pas inférieure à la pression seuil d'injection en dessous de  
20 laquelle le liquide ne pénètre plus correctement dans les tissus, il faudrait augmenter la pression maximale afin de décaler vers le haut le profil précédent, de manière à ce que durant toute la durée de l'injection, la pression d'injection demeure toujours supérieure à la  
25 pression seuil. En utilisant un mélange de deux poudres de vivacité différente, il est possible de maintenir la pression d'injection au dessus de la valeur seuil sans pour autant avoir à augmenter la pression maximale.

La montée rapide en pression au début de  
30 l'injection est nécessaire pour assurer une bonne pénétration dans la peau sans fuite de principe actif.

De façon préférentielle, la poussée du principe actif liquide est assurée par un piston simple, transmettant au liquide la pression résidant dans la  
35 chambre d'expansion des gaz, en diminuant son intensité mais en conservant le profil général de sa variation en

fonction du temps. De façon plus générale, la charge pyrotechnique peut s'adapter au nombre de pistons impliqués dans la poussée du principe actif liquide, à leur forme, à leur nature ainsi qu'à la géométrie de la buse et au nombre de trous qu'elle possède. En effet, une poudre se caractérisant par de nombreux paramètres chimiques et structurels, le mélange de deux poudres offre un nombre quasi-illimité de combinaisons pouvant répondre à toute sorte de situation.

De façon avantageuse, au moins l'une des deux poudres est à base de nitrocellulose dont le taux massique est compris entre 0,45 et 0,99. Le taux massique d'un composant se caractérise comme étant le rapport de la masse de ce composant sur la masse totale de tous les composants. Avantageusement, le taux massique de nitrocellulose est compris entre 0,93 et 0,98.

En effet, les nitrocelluloses, de par leurs propriétés spécifiques, représentent la base essentielle des poudres couramment utilisées pour la propulsion de balles, d'obus ou de projectiles divers dans les armes à tubes. Selon un premier mode de réalisation de l'invention, chaque poudre qui est à base de nitrocellulose contient aussi un ester nitrique, comme par exemple de la nitroglycérine. Préférentiellement, pour les poudres contenant ces deux composants, le taux massique de nitrocellulose est compris entre 0,49 et 0,61 et le taux massique de nitroglycérine est compris entre 0,35 et 0,49. Avantageusement, la première poudre est choisie parmi les poudres poreuses. De façon préférentielle, la première poudre qui est poreuse contient de la nitrocellulose et le taux massique de nitrocellulose est compris entre 0,93 et 0,98. Une poudre à base de nitrocellulose est rendue poreuse par l'incorporation, lors de la phase de malaxage de leur procédé de fabrication, d'un sel comme le nitrate de

potassium qui est ensuite retiré par dissolution. Les cristaux de nitrate de potassium restés incorporés à la surface des grains de poudre, constituent des points chauds sous l'influence d'un allumeur. Une surface poreuse permet donc, entre autre, d'améliorer l'allumage de la poudre.

De façon avantageuse, la première poudre a une épaisseur à brûler inférieure ou égale à 0,5 mm. L'épaisseur à brûler correspond à la plus petite dimension du grain de poudre suivant laquelle le front de combustion va progresser puis s'arrêter, permettant ainsi de fixer le temps de combustion dudit grain. Comme un grain de poudre brûle par toutes ses faces à la fois, l'épaisseur à brûler correspond à la moitié de sa plus petite épaisseur. Cette épaisseur à brûler dépend de la forme du grain, de ses dimensions ainsi que du nombre et de la position des trous qu'il possède.

Les grains constitutifs des poudres pouvant être mélangées pour réaliser une charge pyrotechnique conforme à celle utilisée pour les seringues sans aiguille selon l'invention, peuvent revêtir diverses formes. Ils peuvent, par exemple, être monotubulaires, multitubulaires, sphériques, sphériques écrasés, cylindriques ou se retrouver sous forme de paillettes ou de bâtonnets. Pour chacune de ces géométries, l'épaisseur à brûler représente un paramètre parfaitement identifié. Par exemple,

- pour un grain sphérique, l'épaisseur à brûler correspond au rayon du grain,
- pour un grain cylindrique, de longueur importante, l'épaisseur à brûler correspond au rayon du grain,
- pour un grain monotubulaire, l'épaisseur à brûler correspond à la demi-épaisseur du grain pris selon une direction radiale,

- pour un grain multitubulaire pour lequel les trous sont régulièrement espacés entre eux, l'épaisseur à brûler correspond à la demi-longueur séparant deux trous successifs.

5 Il est particulièrement recommandé de choisir, comme poudre vive, une poudre ayant une faible épaisseur à brûler. Avantageusement, la poudre vive est poreuse et est à base de nitrocellulose. Avantageusement, elle possède une épaisseur à brûler égale à 0,3 mm et se  
10 présente sous forme de bâtonnets ou de paillettes.

Préférentiellement, la première poudre a un temps de combustion inférieur à 6 millisecondes. Il s'agit d'un temps correspondant à une situation réelle, c'est à dire à une configuration « seringue » impliquant les  
15 conditions suivantes :

- il s'agit d'une combustion de poudre dans une chambre dont le volume final est de 1,6 cm<sup>3</sup>,

- la poussée du liquide est assurée par une pièce constituée par un piston.

20 De façon préférentielle, la deuxième poudre possède une épaisseur à brûler comprise entre 0,1 mm et 1 mm.

De façon avantageuse, la deuxième poudre a un temps de combustion supérieur à 4ms et qui est systématiquement supérieur à celui de la première  
25 poudre. Le temps de combustion de la deuxième poudre a été obtenu dans les mêmes conditions que celles dans lesquelles a été déterminé celui de la première poudre. Le temps de combustion de la deuxième poudre doit toujours excéder celui de la première poudre, puisque la  
30 deuxième poudre ne doit sa présence dans le mélange que pour suppléer le manque de pression observée lors de la combustion de la seule première poudre. Les temps de combustion des deux poudres sont liés à la spécificité de l'injection et, notamment, à l'association entre le  
35 volume de principe actif à injecter et les caractéristiques de la buse portant essentiellement sur

le nombre de canaux d'évacuation, leur répartition et leur diamètre. Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, la masse totale des deux poudres est inférieure à 100 mg. Cette limite seuil est dictée, 5 d'une part, par les impératifs liés à l'injection requérant notamment une vitesse du liquide à l'impact sur la peau comprise entre 100 m/s et 200 m/s, et, d'autre part, aux dimensions de la seringue sans aiguille qui doivent rester compatibles avec celles d'un 10 objet de petite taille, léger et maniable. Avantageusement, le rapport de la masse de la première poudre sur la masse totale des deux poudres est supérieur à 0,1. En effet, les caractéristiques de l'impulsion initiale devant communiquer instantanément 15 une vitesse très élevée au principe actif liquide, nécessite une quantité minimale de poudre qui ne peut être inférieure à 10% de la masse totale de poudre.

Selon une première variante préférée de l'invention, la fonction de forme de la deuxième poudre 20 est progressive. En fait, la fonction de forme d'une poudre se ramène à la fonction de forme d'un grain la constituant en supposant tous les grains identiques. La fonction de forme d'un grain est donnée par le rapport  $S/S_0$  où  $S_0$  est la surface de combustion initiale du 25 grain et  $S$  sa surface de combustion à un certain état d'avancement de ladite combustion. Cette fonction de forme traduit l'évolution de la surface de combustion d'un grain en fonction du temps au cours de la combustion. Pour une poudre donnée, plus la surface de 30 combustion est importante, plus la quantité de gaz libérée par unité de temps est importante et plus la montée en pression dans un volume clos est rapide. Lorsque le piston se déplace en début d'injection, le volume de la chambre de combustion croît 35 progressivement, et, dans l'optique de maintenir un niveau de pression sensiblement constant dans ledit

volume croissant, il est souhaitable d'utiliser une deuxième poudre lente à fonction de forme progressive.

Selon une deuxième variante préférée de l'invention, la fonction de forme de la deuxième poudre est quasi constante. En effet, dans certaines conditions, et notamment suivant la nature de la première poudre vive retenue, une deuxième poudre lente ayant une fonction de forme constante peut suffire. La fonction de forme dépendant essentiellement de la géométrie du grain de poudre, les grains de la deuxième poudre lente auront donc préférentiellement une forme multitubulaire ou monotubulaire pour lesquels les fonctions de forme sont respectivement progressive et quasi constante.

Préférentiellement, les poudres multitubulaires auront trois trous sept trous ou dix-neuf trous selon le profil de pression recherché.

Avantageusement, le générateur de gaz pyrotechnique comprend un dispositif d'initiation de la charge pyrotechnique faisant intervenir un dispositif de percussion et une amorce. Il est également possible d'utiliser un système d'initiation à base d'un cristal piézo-électrique ou d'un rugueux.

Les seringues sans aiguilles selon l'invention présentent l'avantage de garantir une injection satisfaisante de la totalité du principe actif liquide, en conservant un mécanisme simple de fonctionnement ainsi qu'un encombrement réduit ne nécessitant, ni la mise en place de pièces spécifiques, sources d'usinages et de coûts supplémentaires, ni une modification en profondeur de la géométrie du corps desdites seringues.

De plus, la grande variabilité des compositions pyrotechniques pouvant être retenues pour les mélanges, permet d'obtenir une très grande variété de profils de pression aptes à s'adapter à toutes les configurations possibles. Enfin, la parfaite maîtrise des effets

engendrés par la combustion d'une charge pyrotechnique associée à des systèmes d'allumage largement éprouvés, confère aux seringues sans aiguille selon l'invention un caractère de grande fiabilité et de sûreté.

5 Les exemples non limitatifs suivants illustrent l'invention en se référant aux figures 1 et 2.

La figure 1 est une vue en coupe axiale longitudinale d'une seringue sans aiguille selon l'invention.

10 La figure 2 est un graphe simplifié typique de la variation de pression dans le liquide en fonction du temps, engendrée par la combustion d'un chargement bicomposition dans une seringue selon l'invention.

En se référant à la figure 1, une seringue sans  
15 aiguille 1 selon l'invention comprend un générateur de gaz pyrotechnique 2, un piston 3, un réservoir de principe actif liquide 4 et une buse d'éjection 5. Les termes « buse d'injection » et « buse d'éjection » sont équivalents.

20 Le générateur pyrotechnique 2 de gaz comprend un dispositif d'initiation d'une charge pyrotechnique 6 faisant intervenir un dispositif de percussion et une amorce 7. Le dispositif de percussion qui est déclenché par un bouton poussoir 8 comprend un ressort 9  
25 précontraint et une masselotte 10 allongée munie d'un percuteur 11. La masselotte 10 est bloquée par au moins une bille 12 de maintien coincée entre ladite masselotte 10 et un corps cylindrique creux 13 dans lequel est susceptible de se déplacer ladite masselotte 10.  
30 L'amorce 7 et la charge pyrotechnique 6, de forme sensiblement cylindrique, sont logées dans le corps cylindrique creux 13, en aval de la masselotte 10. La charge pyrotechnique 6 débouche dans un espace élargi, de forme sensiblement cylindrique, occupé dans sa partie  
35 amont par le piston 3 et dans sa partie aval par le réservoir de principe actif liquide 4, ledit espace

élargi étant obturé à son extrémité par la buse d'éjection 5 munie de plusieurs canaux permettant de mettre en communication le principe actif 4 et l'extérieur de la seringue 1. Ces différents éléments s'agencent entre eux de sorte qu'ils se présentent en continuité les uns des autres, la charge pyrotechnique 6 étant au contact du piston 3, lui-même au contact du principe actif liquide 4, lui-même délimité par la buse 5. Afin d'éviter au principe actif liquide 4 de s'échapper de la seringue 1, un bouchon est fixé au niveau de la buse 5 en obturant ses canaux, ledit bouchon étant retiré avant usage. La charge pyrotechnique 6 est constituée par le mélange de deux poudres en vrac.

Le mode de fonctionnement d'une seringue 1 sans aiguille selon l'invention s'effectue comme suit.

L'utilisateur positionne la seringue 1 de façon à ce que la buse 5 vienne en appui contre la peau du patient à traiter.

Une pression sur le bouton poussoir 8 permet au corps cylindrique creux 13 de se déplacer jusqu'à ce que sa partie évasée se présente en face de la bille 12 de maintien. La bille 12 sort de son logement, libérant alors la masselotte 10, qui, soumise à l'action du ressort 9 qui se détend est brutalement accélérée vers l'amorce 7, le percuteur 11 en avant. La réaction de l'amorce 7 entraîne la mise à feu de la charge pyrotechnique 6 qui se décompose en émettant des gaz.

En se référant à la figure 2, la poudre vive communique alors au piston 3 une vitesse initiale de déplacement élevée de façon à ce que le principe actif liquide 4, dès sa sortie de la buse 5, puisse immédiatement être animé d'une vitesse suffisamment élevée pour pénétrer la peau. La poudre lente maintient dans le principe actif liquide 4 un niveau de pression seuil lui permettant, pour la suite de l'injection, de



préserver son pouvoir de diffusion à travers la peau, une fois celle-ci perforée. De cette manière, l'injection s'effectue proprement sans aucune déperdition de principe actif liquide 4.

Les exemples non limitatifs suivants illustrent la caractéristique essentielle de l'invention qui se rapporte à la charge pyrotechnique 6.

Exemple 1 :

Les tableaux ci-après récapitulent les principales caractéristiques des deux poudres ayant servi pour le premier mélange.

I - Composition chimique

Poudre vive

COMPOSANTS	Fraction massique x 100
Nitrocellulose	93,0
Dinitrotoluène	2,0
Dibutylphtalate	1,2
Diphénylamine	1,0
Graphite	0,5
Solvant résiduel	0,2
Sel résiduel	0,4
Humidité	1,2
Colorant	Traces

Poudre lente

COMPOSANTS	Fraction massique x 100
Nitrocellulose	95
Additifs	5

## II - Caractéristiques structurelles et paramètres liés à la combustion

5		Porosité	Temps de combustion (ms)	Vivacité dynamique à mi-combustion (MPa.s) <sup>-1</sup>	Epaisseur à brûler (mm)	Forme des grains	Fonction de forme
10	Poudre vive	OUI	0,8	24	0,2-0,5	paillette	dégressive
	Poudre lente	NON	3,1	11	0,22	mono-tubulaire	quasi constante

15 Le volume du principe actif liquide à injecter est de 0,5 ml. Les quantités de poudres ont alors été déterminées en fonction des caractéristiques de la buse et notamment du nombre de ses canaux d'injection. Les valeurs de diamètre données ci-après correspondent à des diamètres équivalents. En effet, dans la réalité, les
 20 canaux sont des rainures longitudinales hémicylindriques dont le diamètre réel est de 350 µm. Si l'on assimile les canaux à de parfaits cylindres de section identique, alors il faut faire état d'un diamètre équivalent de 250 µm. Les diamètres mentionnés
 25 ci-après sont donc des diamètres équivalents.

### Buse à 3 canaux de diamètre 250 µm

Poudre vive : 30 mg  
 30 Poudre lente : 30 mg.

### Buse à 6 canaux de diamètre 250 µm

Poudre vive : 31 mg  
 Poudre lente : 25 mg.

Lorsque le nombre de canaux diminue, la durée de l'injection augmente. Le rapport poudre lente/poudre vive doit donc augmenter afin de garder une pression de fin d'injection suffisante. Lorsque la durée d'injection  
5 augmente, la masse totale de poudre doit augmenter pour limiter l'effet des pertes thermiques, mais par ailleurs, l'efficacité de la poussée, en termes de % et profondeur de pénétration, sera d'autant meilleure que le nombre de canaux est plus réduit, ce qui va dans le  
10 sens d'une limitation de la masse nécessaire de poudre.

Pour cet exemple, ces quantités de poudres correspondent aux charges minimales permettant d'obtenir un pourcentage de pénétration voisin de 99% avec une  
profondeur de pénétration de 12 à 15 mm et ce, en  
15 réduisant notablement la pression maximale dans le liquide de la seringue.

Exemple 2 :

20 Les principales caractéristiques des deux poudres utilisées pour le deuxième mélange sont résumées dans le tableau ci-après :

25

30

35

I - Composition chimique

5

Poudre vive

10

15

COMPOSANTS	Fraction massique x 100
Nitrocellulose	93,0
Dinitrotoluène	2,0
Dibutylphtalate	1,2
Diphénylamine	1,0
Graphite	0,5
Solvant résiduel	0,2
Sel résiduel	0,4
Humidité	1,2
Colorant	Traces

20

Poudre lente

COMPOSANTS	Fraction massique x 100
Nitrocellulose	95
Additifs	5

25

II - Caractéristiques structurales et paramètres liés à la combustion

30

	Porosité	Temps de combustion (ms)	Vivacité dynamique à mi-combustion (MPa.s) <sup>-1</sup>	Epaisseur à brûler (mm)	Forme des grains	Fonction de forme
Poudre vive	OUI	0,8	24	0,2-0,5	paillette	dégressive
Poudre lente	NON	6	6	0,51	hepta- tubulaire	progressive

35

Pour une buse à 6 canaux de diamètre 250  $\mu$ m, les quantités de poudres retenues sont :

Poudre vive : 42,5 mg

Poudre lente : 23,5 mg.

5

Ces quantités de poudres permettent d'obtenir un pourcentage de pénétration supérieur à 99%.

En adaptant le chargement pyrotechnique à la buse, il est possible d'obtenir un profil de pression dans le  
10 liquide en trois phases.

La phase initiale de montée en pression, qui doit être rapide, est obtenue avec une poudre vive.

L'utilisation d'une poudre ayant une épaisseur à brûler importante, adaptée, permet au cours de la  
15 deuxième phase, de compenser par le débit gazeux, la baisse de pression due à l'augmentation du volume de la chambre de combustion et aux pertes thermiques.

Enfin, la troisième phase qui correspond à la simple détente du gaz de combustion jusqu'à la fin de  
20 l'injection, ne nuit pas à la qualité de l'injection. Elle est même souhaitable pour limiter la profondeur de pénétration des jets dans la peau.

Avec un chargement pyrotechnique ainsi adapté, on injecte 0,5 ml de principe actif liquide dans de bonnes  
25 conditions.

30

35

Revendications

1. Seringue sans aiguille comprenant successivement un générateur de gaz pyrotechnique (2), au moins un piston  
5 (3), une réserve de principe actif liquide (4) et une buse d'éjection (5), caractérisée en ce que le générateur de gaz pyrotechnique (2) comprend une charge pyrotechnique (6) constituée par le mélange d'au moins deux poudres.
- 10 2. Seringue sans aiguille selon la revendication 1, caractérisée en ce que la charge pyrotechnique (6) est constituée par le mélange d'une première poudre et d'une deuxième poudre.
- 15 3. Seringue sans aiguille selon la revendication 2, caractérisée en ce que la première poudre a une vivacité dynamique supérieure à  $8 \text{ (MPa.s)}^{-1}$ .
- 20 4. Seringue sans aiguille selon la revendication 2, caractérisée en ce que la deuxième poudre a une vivacité dynamique inférieure à  $16 \text{ (Mpa.s)}^{-1}$  et qui est systématiquement inférieure à celle de la première poudre.
- 25 5. Seringue sans aiguille selon l'une quelconque des revendications 2, 3 ou 4, caractérisée en ce que au moins l'une des deux poudres est à base de nitrocellulose dont le taux massique est compris entre  
30 0,45 et 0,99.
- 35 6. Seringue sans aiguille selon la revendication 5, caractérisée en ce que chaque poudre qui est à base de nitrocellulose contient aussi de la nitroglycérine.

7. Seringue sans aiguille selon l'une quelconque des revendications 2, 3 ou 5, caractérisée en ce que la première poudre est choisie parmi les poudres poreuses.
- 5 8. Seringue sans aiguille selon la revendication 3, caractérisée en ce que la première poudre a une épaisseur à brûler inférieure ou égale à 0,5 mm.
9. Seringue sans aiguille selon la revendication 3,  
10 caractérisée en ce que la première poudre a un temps de combustion inférieur à 6 ms.
10. Seringue sans aiguille selon la revendication 4, caractérisée en ce que la deuxième poudre possède une  
15 épaisseur à brûler comprise entre 0,1 mm et 1 mm.
11. Seringue sans aiguille selon la revendication 4, caractérisée en ce que la deuxième poudre a un temps de combustion supérieur à 4 ms et qui est systématiquement  
20 supérieur à celui de la première poudre.
12. Seringue sans aiguille selon la revendication 2, caractérisée en ce que la masse totale des deux poudres est inférieure à 100 mg.  
25
13. Seringue sans aiguille selon la revendication 3, caractérisée en ce que le rapport de la masse de la première poudre sur la masse totale des deux poudres est supérieur à 0,1.  
30
14. Seringue sans aiguille selon la revendication 4, caractérisée en ce que la fonction de forme de la deuxième poudre est progressive.

15. Seringue sans aiguille selon la revendication 4, caractérisée en ce que la fonction de forme de la deuxième poudre est quasi constante.

5 16. Seringue sans aiguille selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que le générateur de gaz pyrotechnique (2) comprend un dispositif d'initiation de la charge pyrotechnique (6),  
10 faisant intervenir un dispositif de percussion et une amorce (7).

15

20

25

30

35



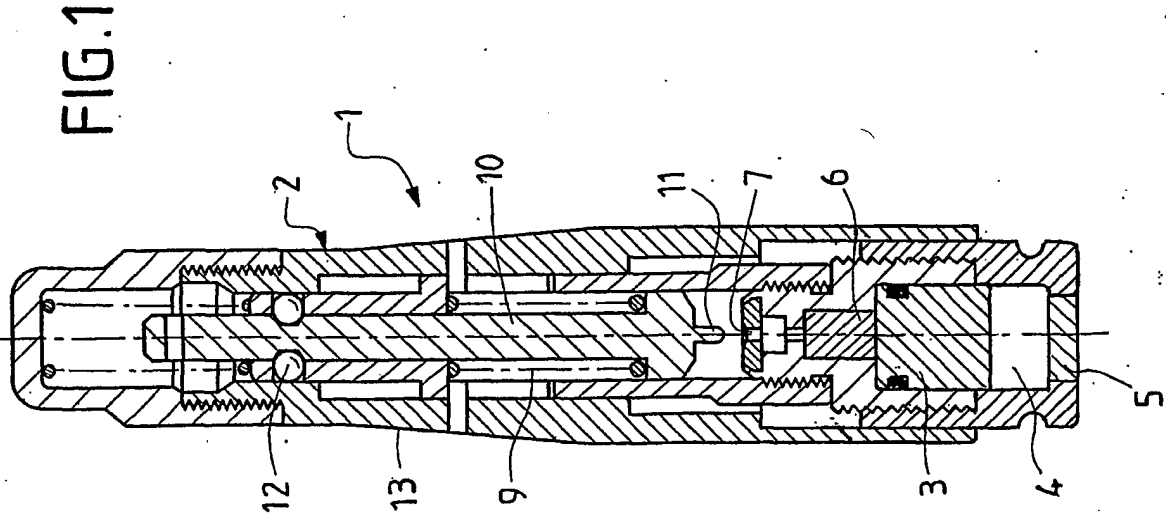
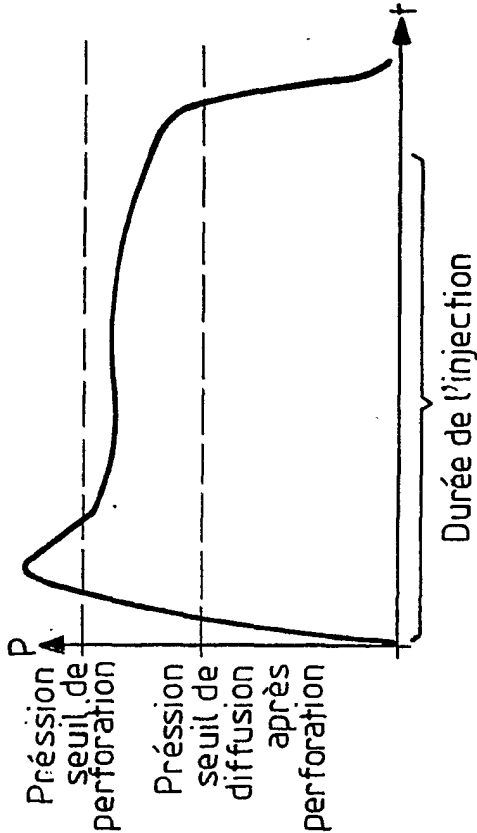


FIG.2



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int: Application No

PCT/EP 01/00921

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 A61M5/30

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 A61M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 98 31409 A (HAAR HANS PETER ; MATTERN MARKUS (DE); BEUTTENMUELLER MANFRED (DE);) 23 July 1998 (1998-07-23) cited in the application page 12, last paragraph claims; figures 1,2,7A-9 ---	1
A	US 3 802 430 A (SCHWEBEL P ET AL) 9 April 1974 (1974-04-09) column 3, paragraph 2; figures 1,2 ---	1
A	US 4 059 107 A (INAGAKI KENJI ET AL) 22 November 1977 (1977-11-22) page 4, line 32 - line 67 figure 2 --- -/--	1

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 June 2001

Date of mailing of the international search report

03/07/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Sedy, R

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte Application No  
PC, ... 01/00921

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 774 684 A (POUDRES & EXPLOSIFS STE NALE) 13 August 1999 (1999-08-13) page 6, line 34 -page 7, line 9 claims -----	1
A	WO 99 22790 A (ELAN CORP PLC ;GROSS JOSEPH (IL); LAVI GILAD (IL); TSALS IZRAIL (U) 14 May 1999 (1999-05-14) page 12, line 28 -page 14, line 11 figures 3-5 -----	1
A	US 4 124 024 A (FRIEND MANUEL N ET AL) 7 November 1978 (1978-11-07) abstract; figures -----	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inte Application No  
P( 01/00921

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9831409 A	23-07-1998	DE 19701494 A AU 6094498 A CN 1250383 T EP 0853952 A EP 0963211 A NO 993510 A PL 334627 A SK 93799 A	23-07-1998 07-08-1998 12-04-2000 22-07-1998 15-12-1999 14-09-1999 13-03-2000 18-01-2000
US 3802430 A	09-04-1974	NONE	
US 4059107 A	22-11-1977	JP 1008194 C JP 51130094 A JP 54042555 B	31-07-1980 12-11-1976 14-12-1979
FR 2774684 A	13-08-1999	EP 0936205 A US 6080248 A	18-08-1999 27-06-2000
WO 9922790 A	14-05-1999	AU 9557298 A EP 1024845 A ZA 9809580 A	24-05-1999 09-08-2000 28-04-1999
US 4124024 A	07-11-1978	NONE	

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De internationale No  
PCT/FR 01/00921

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 7 A61M5/30

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 A61M

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 98 31409 A (HAAR HANS PETER ; MATTERN MARKUS (DE); BEUTTENMUELLER MANFRED (DE);) 23 juillet 1998 (1998-07-23) cité dans la demande page 12, dernier alinéa revendications; figures 1,2,7A-9	1
A	US 3 802 430 A (SCHWEBEL P ET AL) 9 avril 1974 (1974-04-09) colonne 3, alinéa 2; figures 1,2	1
A	US 4 059 107 A (INAGAKI KENJI ET AL) 22 novembre 1977 (1977-11-22) page 4, ligne 32 - ligne 67 figure 2	1
	--- -/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

25 juin 2001

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

03/07/2001

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Sedy, R

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Der internationale No  
PCI/FR 01/00921

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 2 774 684 A (POUDRES & EXPLOSIFS STE NALE) 13 août 1999 (1999-08-13) page 6, ligne 34 -page 7, ligne 9 revendications -----	1
A	WO 99 22790 A (ELAN CORP PLC ;GROSS JOSEPH (IL); LAVI GILAD (IL); TSALS IZRAIL (U) 14 mai 1999 (1999-05-14) page 12, ligne 28 -page 14, ligne 11 figures 3-5 -----	1
A	US 4 124 024 A (FRIEND MANUEL N ET AL) 7 novembre 1978 (1978-11-07) abrégé; figures -----	1

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Dem nternationale No

PC, , , R 01/00921

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9831409 A	23-07-1998	DE 19701494 A AU 6094498 A CN 1250383 T EP 0853952 A EP 0963211 A NO 993510 A PL 334627 A SK 93799 A	23-07-1998 07-08-1998 12-04-2000 22-07-1998 15-12-1999 14-09-1999 13-03-2000 18-01-2000
US 3802430 A	09-04-1974	AUCUN	
US 4059107 A	22-11-1977	JP 1008194 C JP 51130094 A JP 54042555 B	31-07-1980 12-11-1976 14-12-1979
FR 2774684 A	13-08-1999	EP 0936205 A US 6080248 A	18-08-1999 27-06-2000
WO 9922790 A	14-05-1999	AU 9557298 A EP 1024845 A ZA 9809580 A	24-05-1999 09-08-2000 28-04-1999
US 4124024 A	07-11-1978	AUCUN	